

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



553717

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. November 2004 (11.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/097491 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G02B 21/00, G01J 3/36

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000255

(22) Internationales Anmeldedatum:  
12. Februar 2004 (12.02.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 19 776.1 30. April 2003 (30.04.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LEICA MICROSYSTEMS HEIDELBERG GMBH [DE/DE]; Am Friedensplatz 3, 68165 Mannheim (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHREIBER, Frank [DE/DE]; Uhlandstrasse 7, 69221 Heidelberg (DE).

(74) Anwalt: ULLRICH & NAUMANN; Luisenstrasse 14, 69115 Heidelberg (DE).

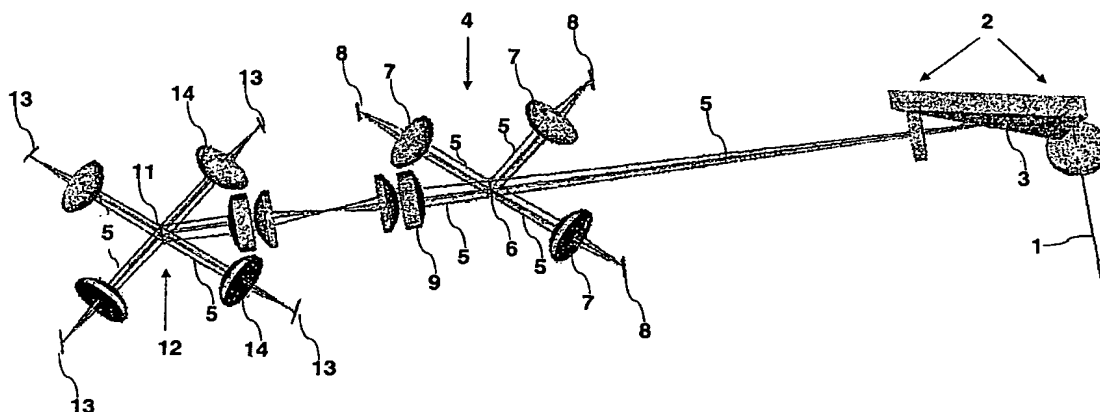
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR THE SPECTRAL SELECTION AND DETECTION OF THE SPECTRAL REGIONS OF A LIGHT BEAM

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR SPEKTRALEN SELEKTION UND DETEKTION DER SPEKTRALBEREICHE EINES LICHTSTRAHLS



(57) Abstract: Disclosed is a device for the spectral selection and detection of the spectral regions of a light beam (1). The selection unit (2) comprises means (3) for spectrally splitting the light beam and means (6, 11) for blocking a spectral region and reflecting at least part of the unblocked spectral region. The detection unit comprises detectors (8) which are disposed in the beam path of the blocked spectral region and the beam path of the reflected spectral region. The inventive device is characterized in that detectors (8) are provided which have different designs and different detection properties or operate according to different detection methods.

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zur spektralen Selektion und Detektion der Spektralbereiche eines Lichtstrahls (1), wobei die Selektionseinrichtung (2) Mittel (3) zur spektralen Zerlegung des Lichtstrahls und Mittel (6, 11) zum Ausblenden eines Spektralbereichs und zur Reflexion zumindest eines Teils des nicht ausgeblendeten Spektralbereichs umfasst und wobei die Detektionseinrichtung im Strahlengang des ausgeblendeten Spektralbereichs und im Strahlengang des reflektierten Spektralbereichs angeordnete Detektoren (8) umfasst, ist dadurch gekennzeichnet, dass Detektoren (8) unterschiedlicher Bauart mit unterschiedlichen Detektionseigenschaften bzw. Detektionsverfahren vorgesehen sind.

WO 2004/097491 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

## **„VORRICHTUNG ZUR SPEKTRALEN SELEKTION UND DETEKTION DER SPEKTRALBEREICHE EINES LICHTSTRAHLS“**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur spektralen Selektion und Detektion der Spektralbereiche eines Lichtstrahls, wobei die Selektionseinrichtung Mittel zur spektralen Zerlegung des Lichtstrahls und Mittel zum Ausblenden eines Spektralbereichs und zur Reflexion zumindest eines Teils des nicht ausgeblendeten Spektralbereichs umfasst und wobei die Detektionseinrichtung im Strahlengang des ausgeblendeten Spektralbereichs und im Strahlengang des reflektierten Spektralbereichs angeordnete Detektoren umfasst.

Eine gattungsbildende Vorrichtung zur spektralen Selektion und Detektion der Spektralbereiche eines Lichtstrahls ist aus der DE 43 30 347 A1 bekannt. Mit dieser bekannten Vorrichtung wurde angestrebt, die Selektion und Detektion der unterschiedlichen Spektralbereiche gleichzeitig und mit hoher Ausbeute vorzunehmen. Unter Bezugnahme auf den dortigen Patentanspruch 5 sind mehrere Spektralbereiche ausblendende und reflektierende Mittel sowie Detektoren kaskadiert zueinander angeordnet, so dass der jeweils ausblendende Spektralbereich detektiert und der jeweils reflektierte Spektralbereich gegebenenfalls abermals ausgeblendet und ebenfalls detektiert wird.

Bei der bekannten Vorrichtung ist nachteilig, dass sich diese – in Fachkreisen auch Multibanddetektor genannt – immer nur für ganz besondere Applikationen eignet, da dort nämlich ausschließlich Detektoren gleicher Bauart zusammengefasst sind. Folglich ist es erforderlich, entsprechend der konkreten Anwendung eine Baugruppe mit einem besonderen Detektortyp auszusuchen, um eine auf den Anwendungsfall bezogene und dort geeignete Detektionsmöglichkeit zu haben. Entsprechend hat man bislang unterschiedliche Detektionsmodule der gattungsbildenden Art gebaut, die dann – je nach Bedarf – an geeigneten Stellen im oder am Gerät – üblicherweise in oder an einem Scannmikroskop – implementiert werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur spektralen Selektion und Detektion der Spektralbereiche eines Lichtstrahls derart

auszugestalten und weiterzubilden, dass sie sich ungeachtet des konkret erforderlichen Detektionsverfahrens universell verwenden lässt. Eine einfache Konstruktion und dabei eine zuverlässige Selektion und Detektion unterschiedlicher Spektralbereiche soll realisiert sein.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur spektralen Selektion und Detektion der Spektralbereiche eines Lichtstrahls löst die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1. Danach sind Detektoren unterschiedlicher Bauart mit unterschiedlichen Detektionseigenschaften bzw. Detektionsverfahren vorgesehen, so dass es möglich ist, entsprechend dem jeweiligen Detektionsbedarf gerade diejenigen Detektoren – über den jeweils ausgeblendeten bzw. reflektierten Strahlengang – zu aktivieren, deren Detektionsmöglichkeiten entsprechend der konkreten Anwendung benötigt werden. Mit anderen Worten sind in den jeweiligen Selektionszweigen Detektoren unterschiedlicher Bauart vorgesehen, die mit dem jeweils erforderlichen Spektralbereich ansteuerbar bzw. beaufschlagbar sind.

In ganz besonders vorteilhafter Weise sind mehrere Spektralbereiche ausblendende und reflektierende Mittel sowie Detektoren kaskadiert angeordnet, so dass der jeweils ausgeblendete oder reflektierte Spektralbereich detektiert und der jeweils reflektierte oder ausgeblendete Spektralbereich abermals ausgeblendet oder reflektiert und danach detektiert wird. In den unterschiedlichen Kaskaden sind Detektoren unterschiedlicher Bauart vorgesehen, so dass über die Ansteuerung der jeweiligen Detektoren ein unterschiedlicher Detektionsbedarf abgedeckt wird. Wesentlich ist jedenfalls, dass in der erfindungsgemäßen Vorrichtung Detektoren unterschiedlicher Bauart zusammengefasst sind, wobei es sich dabei um jedwede geeigneten Detektoren handeln kann.

Nun ist es auch möglich, in den unterschiedlichen Kaskaden Detektoren gleicher Bauart vorzusehen, mit denen unterschiedliche Spektralbereiche detektierbar sind. Es lassen sich beispielsweise Gruppen gleicher Detektoren kaskadenweise zusammenfassen, wobei sich die Detektoren von Kaskade zu Kaskade unterscheiden. Ein „Mix“ verschiedener Detektoren in der gleichen Kaskade ist ebenso realisierbar.

Je Kaskade sind mindestens zwei Spektralbereiche selektierbar und detektierbar. In vorteilhafter Weise lassen sich durch entsprechende Anordnung von Mitteln zur

spektralen Zerlegung des Lichtstrahls und Mitteln zum Ausblenden von Spektralbereichen mindestens drei oder mehr Spektralbereiche selektieren und entsprechend detektieren. Die Variabilität der Vorrichtung lässt sich dadurch ganz erheblich steigern.

Von ganz besonderer Bedeutung ist die modulare Zusammenfassung der Selektionseinrichtungen und Detektionseinrichtungen, nämlich die Zusammenfassung in einem quasi monolithischen Modul, welches an geeigneter Stelle im oder am Gerät implementierbar ist. Aufgrund der monolithischen Bauweise erübrigen sich jedwede Justagearbeiten in Bezug auf die Selektionseinrichtungen und Detektionseinrichtungen, da dort nämlich eine feste Zuordnung der jeweiligen optischen Bausteine zueinander vorgegeben ist.

Zum Zwecke der Fluoreszenzdetektion ist beispielsweise ein Photomultiplier als Detektor vorgesehen. Sind schnelle Messungen erforderlich, so sollte das Modul eine Anordnung von Photodioden als Detektor umfassen. Insbesondere bei schwachen Signalen bietet sich eine Anordnung von APD's (Avalanche Photo-Dioden) als Detektor an. Grundsätzlich ist es möglich, in den Kaskaden jedwede nur denkbaren Detektoren vorzusehen, die sich zu allen nur denkbaren Anwendungen bei jedwem Detektionsbedarf eignen.

Sofern APD's vorgesehen sind, ist es von besonderem Vorteil, diese in der jeweils ersten Kaskade anzuordnen, da sie – nach derzeitigem Stand der Technik – die empfindlichsten Detektoren in der Gesamtanordnung sind und da die Abbildungseigenschaften zu den nächsten Kaskaden hin grundsätzlich schlechter werden. Im Übrigen haben die APD's kleine Detektionsflächen. Wie bereits zuvor erwähnt, lassen sich in unterschiedlichen Kaskaden auch unterschiedliche Detektortypen verwenden.

Üblicherweise wird man wohl die Mittel zum Ausblenden und Reflektieren derart auslegen, dass stets nur eine Kaskade mit den dort vorgesehenen Detektoren aktiv ist. Ebenso ist es jedoch auch möglich, unterschiedliche Kaskaden gleichzeitig – simultan – zu aktivieren, wobei die Mittel zum Ausblenden und Reflektieren entsprechend auszulegen sind. In besonders vorteilhafter Weise können diese Mittel zum Ausblenden und Reflektieren den Lichtstrahl in vorgebbaren Verhältnissen – vorzugsweise variabel – spektral aufteilen.

Das gesamte Spektrum könnte in bestimmten Anteilen aufgeteilt werden, so beispielsweise 10% zu 90% spektraler Anteil. Ebenso könnte es sich bei der Aufteilung um eine Aufteilung mit einem Neutralteiler handeln. Bei entsprechender Betrachtung würde dies bedeuten, dass etwa 10% aller Spektralanteile in eine „FLIM-Kaskade“ (FLIM = Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy) und 90% der Spektralanteile in eine „Imaging-Kaskade“ abgelenkt werden. Ebenso ist eine polarisationsabhängige Aufteilung des Spektralbereichs mit einem Polarisationssteiler denkbar. Dabei könnten beispielsweise alle S-Anteile des Spektrums in eine bestimmte Detektionskaskade gelenkt werden und alle P-Anteile in eine andere Detektionskaskade. Die dazu verwendbaren Spiegelschieber müssten geeignet ausgestaltet und angeordnet werden.

Die Selektionseinrichtung zum Ausblenden und Reflektieren der Spektralbereiche könnte ganz oder nur teilweise offenbare Spiegelschieber umfassen. Wird – wie bereits zuvor beispielhaft erwähnt – lediglich eine Detektorkaskade verwendet, so könnten die Spiegelschieber im ersten Detektionszweig voll geöffnet sein, nämlich dann, wenn die zweite Kaskade genutzt werden soll. Bei simultaner Nutzung verschiedener Kaskaden wären die Spiegelschieber teilweise geöffnet, und zwar entsprechend der erwünschten Aufteilung.

Ein ganz besonderer Vorteil bei Anwendung von Spiegelschiebern ist darin zu sehen, dass man zwischen den jeweiligen Kaskaden schnell umschalten kann, indem lediglich einer oder mehrere der Spiegelschieber verschoben werden. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn auf die Schnelle ein konfokales Übersichtsbild aufgenommen werden soll, um anschließend FCS- oder Lifetime-Messungen an einer bestimmten Stelle auf einer Probe vorzunehmen, für die andere Detektoren als Photomultiplier genutzt werden.

In konstruktiver Hinsicht könnten die Kaskaden mit der jeweiligen Selektionseinrichtung und Detektionseinrichtung flächig angeordnet sein. Eine räumliche Anordnung ist ebenfalls denkbar, wobei es dabei möglich ist, das so entstehende räumliche Modul möglichst klein zu konstruieren. Auch ist es möglich, einzelne Detektionszweige oder Kaskaden – über entsprechende Anschlüsse – zu erweitern, so dass auch nachträglich beispielsweise eine höhere Anzahl an Photomultipliern zum Einsatz kommen kann. Grundsätzlich ist es jedenfalls auch möglich, das Modul – modular – um weitere Detektionsmöglichkeiten zu erweitern, wobei die Erweiterung nicht nur

durch Ergänzung weiterer Kaskaden, sondern auch durch Ergänzung von Detektionsästen in den jeweiligen Kaskaden erfolgen kann.

Zwischen den Kaskaden und Detektionszweigen sind optische Mittel zur Anpassung der jeweiligen Abbildung vorgesehen. Diese optischen Mittel dienen beispielsweise zur Abbildung spektral aufgespaltener Fokuslinien in die jeweils nächste Kaskade. Im Konkreten umfassen die optischen Mittel Linsen bzw. Linsenanordnungen. Unmittelbar vor einem Detektor, so insbesondere vor den APD's, können optische Mittel zum Rückgängigmachen der spektralen Aufspaltung vorgesehen sein, zumal die APD's eine sehr kleine Detektionsfläche haben. Insoweit können als optische Mittel Prismen oder dergleichen Verwendung finden.

Des Weiteren ist es von Vorteil, wenn im Strahlengang vor den Detektoren – ganz gleich welcher Bauart – Shutter angeordnet sind, die nur bei Bedarf öffnen, d.h. zur Detektion. Die Shutter könnten dabei derart ausgebildet sein, dass sie automatisch schließen, wenn zu viel Licht auf die Detektoren während der Detektion auftritt. Durch diese Maßnahme werden die Detektoren insoweit geschützt, als sie dann jedenfalls nicht mit Licht beaufschlagt werden, wenn sie nicht zur Detektion genutzt werden und wenn zu viel Licht auf die Detektoren auftreffen würde.

In Bezug auf die Detektoren selbst ist es von Vorteil, wenn diese kühlbar sind. Eine Kühlung ist bei jedweden Detektoren von Vorteil und kann bei Detektoren besonderer Bauart sogar erforderlich sein.

Aufgrund der unterschiedlichen Detektortypen ist es weiter von Vorteil, wenn den Detektoren eine auf den jeweiligen Detektor angepasste Elektronik nachgeschaltet ist. So benötigen beispielsweise schnelle Photodioden einen 50 $\Omega$ -Anschluss. Die Verkabelung spielt darüber hinaus ebenfalls eine wichtige Rolle, so dass es von abermaligem Vorteil ist, die Verkabelung der jeweiligen Detektoren in Bezug auf die Kabellänge, den Widerstand, die Impedanz oder dergleichen auf den jeweiligen Detektortyp abzustimmen.

Weiter sei angemerkt, dass es sehr unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten für die erfindungsgemäße Vorrichtung gibt. Von ganz besonderem Vorteil ist der Einsatz in

einem Scannmikroskop, wobei es sich dabei vorzugsweise um ein konfokales Laserscannmikroskop handeln kann.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung von Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit kaskadierten Detektionszweigen im Sinne eines Blockschaltbildes und

Fig. 2 in schematischer Darstellung ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, wonach die Detektoren der ersten Kaskade als ADP's ausgeführt sind.

Fig. 1 zeigt in einem schematischen Blockschaltbild den grundsätzlichen Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Der spektral zu zerlegende und danach zu detektierende Lichtstrahl 1 umfasst eine lediglich schematisch angedeutete Selektions-einrichtung 2, die wiederum Mittel 3 zur spektralen Zerlegung des Lichtstrahls 1 aufweist. In der ersten Kaskade 4 trifft das spektral zerlegte Licht 5 auf einen Satz Spiegelschieber 6, fortan stets der Einfachheit halber als Spiegelschieber 6 bezeichnet. Von dem Spiegelschieber 6 aus kann das Licht 5 über optische Mittel 7 zu insgesamt drei Detektoren 8 der ersten Kaskade 4 gelangen kann, und zwar je nach Stellung des Spiegelschiebers 6.

Am Spiegelschieber 6 nicht ausgeblendetes Licht gelangt über weitere optische Mittel 9, 10 zu einem zweiten Satz Spiegelschieber 11 der zweiten Kaskade 12. Auch dieser Satz von Spiegelschiebern 11 wird fortan der Einfachheit halber lediglich als Spiegelschieber 11 bezeichnet. Von dem Spiegelschieber 11 aus wird das Licht 5 zu insgesamt vier Detektoren 13 der zweiten Kaskade 12 ausgeblendet bzw. umgelenkt. Abermals sind optische Mittel 14 vorgesehen, die zur Anpassung der jeweiligen Ab-



bildung dienen, insbesondere, um die spektrale Aufspaltung vor den jeweiligen Detektoren 13 rückgängig zu machen.

Gemäß der schematischen Darstellung in Fig. 2 sind in einer ersten Kaskade 4 besondere Detektoren angeordnet, nämlich ADP's 15. Lediglich beispielhaft sind hier zwei dieser ADP's 15 gezeigt, die über einen Satz von Spiegelschiebern 16 ausgeblendetes Licht erhalten. Über einen weiteren Satz von Spiegelschiebern 17 gelangt das spektralzerlegte Licht 5 zu zwei weiteren Kaskaden 18, 19, wobei die Kaskade 18 PMT's 20 und die Kaskade 19 schnelle Photodioden 21 als Detektoren umfasst, nämlich ähnlich der Anordnung aus Fig. 1.

Die voranstehend erörterten, schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele dienen lediglich zum besseren Verständnis der beanspruchten Lehre, sollen diese jedoch nicht auf die Ausführungsbeispiele einschränken.

## **P a t e n t a n s p r ü c h e**

1. Vorrichtung zur spektralen Selektion und Detektion der Spektralbereiche eines Lichtstrahls (1), wobei die Selektionseinrichtung (2) Mittel (3) zur spektralen Zerlegung des Lichtstrahls und Mittel (6, 11) zum Ausblenden eines Spektralbereichs und zur Reflexion zumindest eines Teils des nicht ausgeblendeten Spektralbereichs umfasst und wobei die Detektionseinrichtung im Strahlengang des ausgeblendeten Spektralbereichs und im Strahlengang des reflektierten Spektralbereichs angeordnete Detektoren (8) umfasst,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass Detektoren (8) unterschiedlicher Bauart mit unterschiedlichen Detektionseigenschaften bzw. Detektionsverfahren vorgesehen sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Spektralbereiche ausblendende und reflektierende Mittel (6, 11) sowie Detektoren (8, 13) kaskadiert angeordnet sind, so dass der jeweils ausgeblendete oder reflektierte Spektralbereich detektiert und der jeweils reflektierte oder ausgeblendete Spektralbereich abermals ausgeblendet oder reflektiert und detektiert wird und dass in den unterschiedlichen Kaskaden (4, 12) Detektoren (8, 13) unterschiedlicher Bauart vorgesehen sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in den unterschiedlichen Kaskaden (4, 12) Detektoren (8, 13) gleicher Bauart vorgesehen sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass je Kaskade (4, 12) mindestens drei Spektralbereiche selektierbar und detektierbar sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der gesamte Spektralbereich in bestimmte, vorgebbare Anteile, so beispielsweise 10% zu 90% spektraler Anteil, aufteilbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Spektralbereich mittels Neutralteiler im Sinne einer neutralen spektralen Aufteilung aufteilbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Spektralbereich polarisationsabhängig aufteilbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Selektionseinrichtungen (2) und Detektionseinrichtungen in einem Modul zusammengefasst sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass insbesondere zum Zwecke der Fluoreszenzdetektion mindestens ein Photomultiplier als Detektor (8, 13) vorgesehen ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass insbesondere zum Zwecke schneller Messungen mindestens eine Anordnung von Photodioden als Detektor (8, 13) vorgesehen ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass insbesondere bei schwachen Signalen mindestens eine Anordnung von APD's (Avalanche Photo-Dioden) als Detektor (8, 13) vorgesehen ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die APD's in der ersten Kaskade (4) angeordnet sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (6, 11) zum Ausblenden und Reflektieren derart ausgelegt sind, dass stets nur eine Kaskade (4 oder 12) aktiv ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (6, 11) zum Ausblenden und Reflektieren derart ausgelegt sind, dass mindestens zwei der Kaskaden (4, 12) simultan aktiv sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (6, 11) zum Ausblenden und Reflektieren den Lichtstrahl (5) in vorgebbaren Verhältnissen – vorzugsweise variabel - spektral aufteilen.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Selektionseinrichtung (2) zum Ausblenden und Reflektieren der Spektralbereiche ganz oder nur teilweise öffnbare Spiegelschieber (6, 11) umfasst.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Kaskaden (4, 12) flächig angeordnet sind.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Kaskaden (4, 12) räumlich angeordnet sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Kaskaden (4, 12) und Detektionszweigen optische Mittel (9, 10) zur Anpassung der jeweiligen Abbildung vorgesehen sind.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Mittel (9, 10) zur Abbildung aufgespaltener Fokuslinien in die jeweils nächste Kaskade dienen.
21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Mittel (9, 10) Linsen bzw. Linsenanordnungen umfassen.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar vor dem jeweiligen Detektor (8, 13), insbesondere vor den APD's, optische Mittel (7, 14) zum Rückgängigmachen der spektralen Aufspaltung vorgesehen sind.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass als optische Mittel (7, 14) Prismen vorgesehen sind.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang vor den Detektoren (8, 13) Shutter angeordnet sind, die zur Detektion öffnen.
25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Shutter derart ausgeführt sind, dass sie dann automatisch schließen, wenn zu viel Licht auf die Detektoren – während der Detektion – auftrifft.
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoren (8, 13) kühlbar sind.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass den Detektoren (8, 13) eine auf den jeweiligen Detektortyp angepasste Elektronik nachgeschaltet ist.
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Verkabelung der jeweiligen Detektoren (8, 13) in Bezug auf die Kabellänge, den Widerstand, die Impedanz oder dgl. auf den jeweiligen Detektortyp abgestimmt ist.
29. Scannmikroskop, vorzugsweise konfokales Laserscannmikroskop, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 28.

1/2

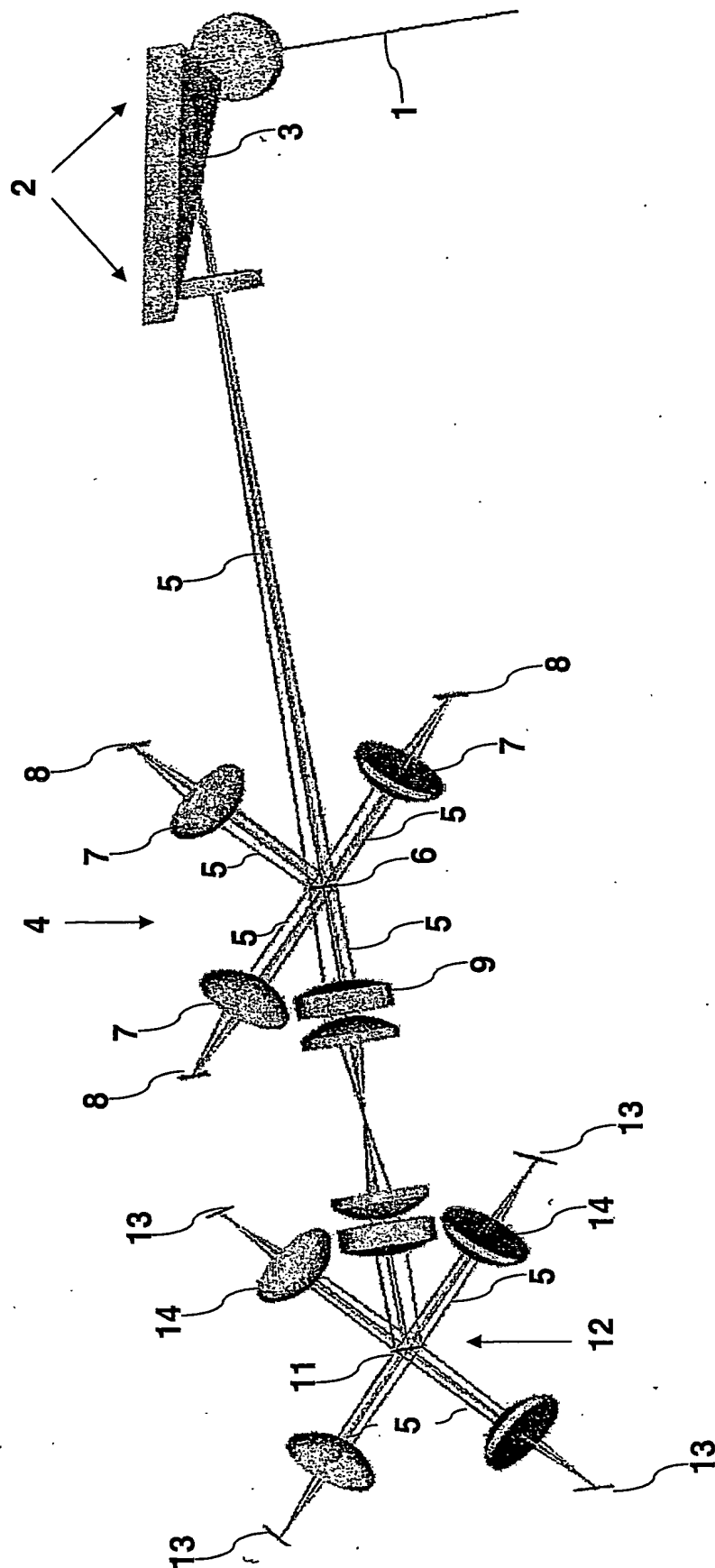


Fig. 1

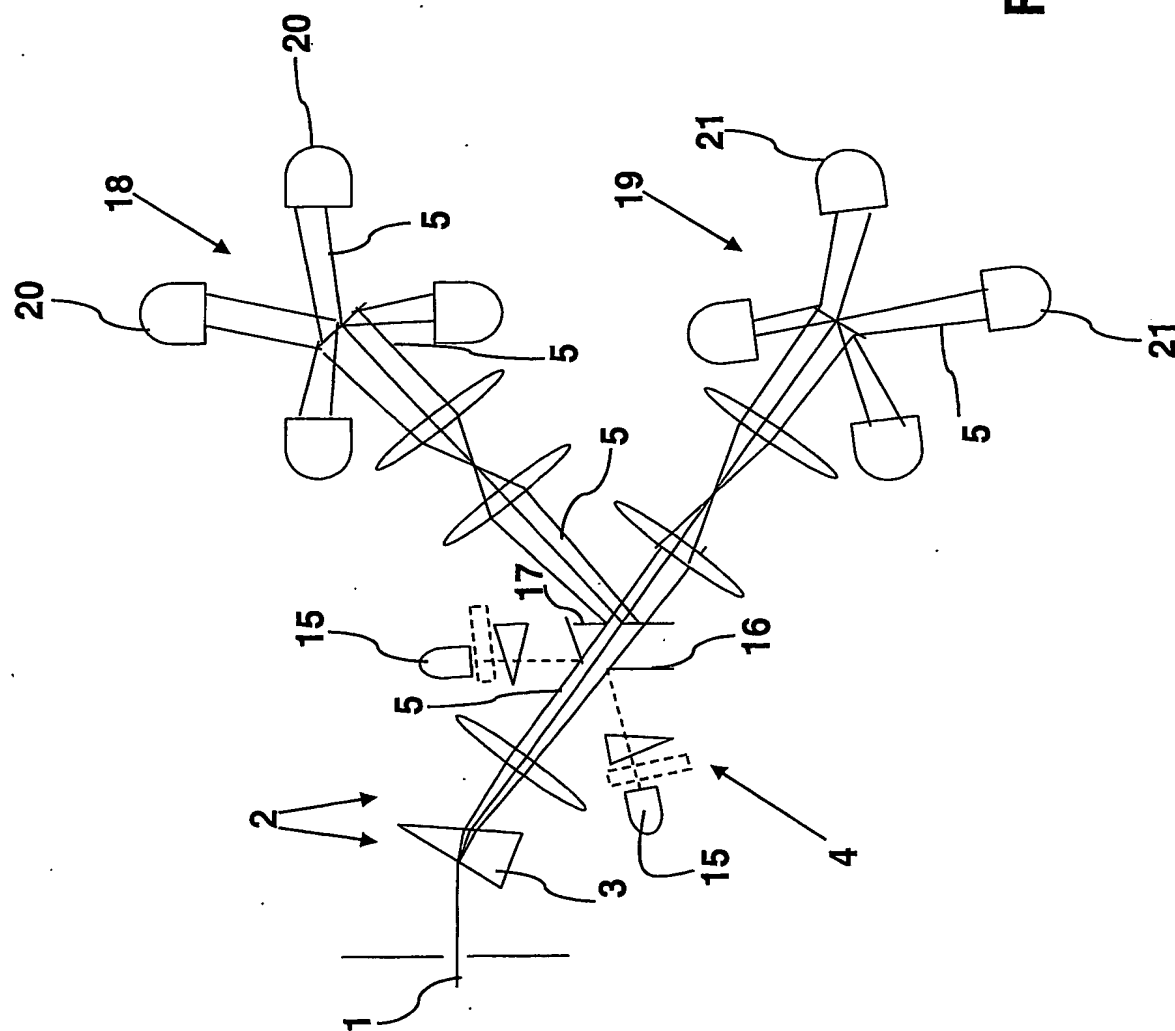


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/000255

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G02B21/00 G01J3/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G02B G01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data, PAJ, COMPENDEX

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 43 30 347 A (LEICA LASERTECHNIK) 16 March 1995 (1995-03-16) cited in the application column 6, lines 5-45; figure 4	1-29
X	US 2002/176162 A1 (BORLINGHAUS ROLF) 28 November 2002 (2002-11-28) paragraphs '0034!', '0035!'; figures 4,5	1-29
X	US 6 459 484 B1 (YOKOI EIJI) 1 October 2002 (2002-10-01) column 23, line 5 - column 24, line 19; figure 15	1
X	DE 199 02 625 A (LEICA MICROSYS HEIDELBERG GMBH) 30 September 1999 (1999-09-30) column 3, line 26 - line 31; figures 2,3 column 4, line 5 - line 45	1
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 July 2004

Date of mailing of the international search report

12/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hambach, D



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/000255

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>BIRK H ET AL: "Programmable beam-splitter for confocal laser scanning microscopy" PROC. SPIE - INT. SOC. OPT. ENG. (USA), PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 2002, SPIE-INT. SOC. OPT. ENG, USA, vol. 4621, May 2002 (2002-05), pages 16-27, XP002290245 ISSN: 0277-786X page 19 - page 20; figure 4</p>	1
A	<p>W. BECKER, A. BERGMANN: "LIFETIME IMAGING FOR OPTICAL MICROSCOPY" 'Online! February 2003 (2003-02), XP002290246 Retrieved from the Internet: URL: <a href="http://www.becker-hickl.de/pdf/tcvgbh1.pdf">http://www.becker-hickl.de/pdf/tcvgbh1.pdf</a> &gt; 'retrieved on 2004-07-26! pages 9-12; figure 13</p>	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/000255

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4330347	A	16-03-1995	DE 4330347 A1	16-03-1995
			WO 9507447 A1	16-03-1995
			DE 59409734 D1	23-05-2001
			EP 1058101 A2	06-12-2000
			EP 0717834 A1	26-06-1996
			JP 9502269 T	04-03-1997
			US 5886784 A	23-03-1999
US 2002176162	A1	28-11-2002	DE 20012378 U1	19-10-2000
			US 2002005982 A1	17-01-2002
US 6459484	B1	01-10-2002	JP 2001116696 A	27-04-2001
			JP 2001255463 A	21-09-2001
DE 19902625	A	30-09-1999	DE 19902625 A1	30-09-1999
			WO 9939231 A1	05-08-1999
			DE 59901063 D1	16-05-2002
			EP 1053497 A1	22-11-2000
			JP 2002502044 T	22-01-2002
			US 6614526 B1	02-09-2003

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2004/000255A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G02B21/00 G01J3/36

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G02B G01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal, INSPEC, WPI Data, PAJ, COMPENDEX

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 43 30 347 A (LEICA LASERTECHNIK) 16. März 1995 (1995-03-16) in der Anmeldung erwähnt Spalte 6, Zeilen 5-45; Abbildung 4	1-29
X	US 2002/176162 A1 (BORLINGHAUS ROLF) 28. November 2002 (2002-11-28) Absätze '0034!, '0035!; Abbildungen 4,5	1-29
X	US 6 459 484 B1 (YOKOI EIJI) 1. Oktober 2002 (2002-10-01) Spalte 23, Zeile 5 - Spalte 24, Zeile 19; Abbildung 15	1
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Juli 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/08/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hambach, D

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2004/000255

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 02 625 A (LEICA MICROSYS HEIDELBERG GMBH) 30. September 1999 (1999-09-30) Spalte 3, Zeile 26 - Zeile 31; Abbildungen 2,3 Spalte 4, Zeile 5 - Zeile 45 -----	1
X	BIRK H ET AL: "Programmable beam-splitter for confocal laser scanning microscopy" PROC. SPIE - INT. SOC. OPT. ENG. (USA), PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 2002, SPIE-INT. SOC. OPT. ENG, USA, Bd. 4621, Mai 2002 (2002-05), Seiten 16-27, XP002290245 ISSN: 0277-786X Seite 19 - Seite 20; Abbildung 4 -----	1
A	W. BECKER, A. BERGMANN: "LIFETIME IMAGING FOR OPTICAL MICROSCOPY" 'Online! Februar 2003 (2003-02), XP002290246 Gefunden im Internet: URL: <a href="http://www.becker-hickl.de/pdf/tcvgbh1.pdf">http://www.becker-hickl.de/pdf/tcvgbh1.pdf</a> > 'gefunden am 2004-07-26! Seiten 9-12; Abbildung 13 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000255

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4330347	A	16-03-1995	DE	4330347 A1	16-03-1995
			WO	9507447 A1	16-03-1995
			DE	59409734 D1	23-05-2001
			EP	1058101 A2	06-12-2000
			EP	0717834 A1	26-06-1996
			JP	9502269 T	04-03-1997
			US	5886784 A	23-03-1999
US 2002176162	A1	28-11-2002	DE	20012378 U1	19-10-2000
			US	2002005982 A1	17-01-2002
US 6459484	B1	01-10-2002	JP	2001116696 A	27-04-2001
			JP	2001255463 A	21-09-2001
DE 19902625	A	30-09-1999	DE	19902625 A1	30-09-1999
			WO	9939231 A1	05-08-1999
			DE	59901063 D1	16-05-2002
			EP	1053497 A1	22-11-2000
			JP	2002502044 T	22-01-2002
			US	6614526 B1	02-09-2003